

Reference 4.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-073057

(43)Date of publication of application : 18.03.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/11

B41J 2/44

H01S 3/18

(21)Application number : 07-251867

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.09.1995

(72)Inventor : YAMAZAKI TATSUYA

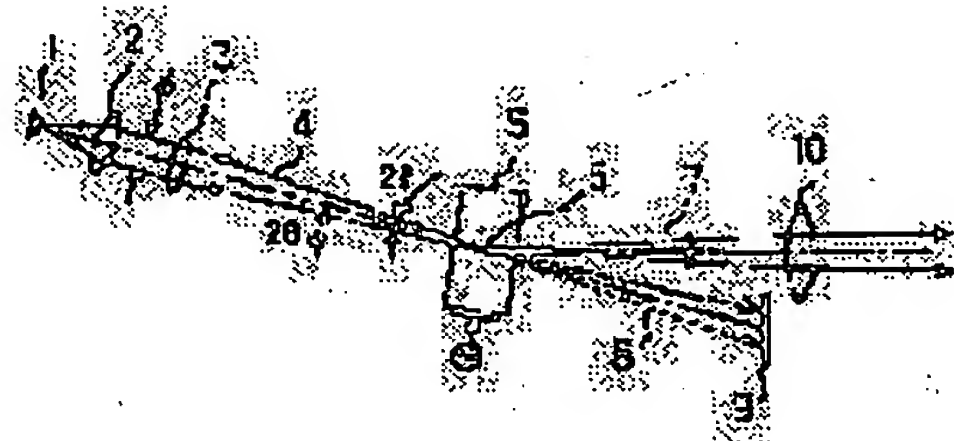
(54) LASER DEVICE USING ACOUSTO-OPTICAL ELEMENT AND LASER IMAGE RECORDING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser device using an acousto-optical element generating no side lobe on an image forming plane and to provide a laser image recording device using the same.

SOLUTION: This device is a laser which uses an acousto-optical element and is equipped with a laser light source 1 having side lobes in one direction at least in a near-field pattern and an image forming means 3 which forms an image of the laser beam emitted from the laser light source 1 on an acousto-optical element 5 with a Bragg angle  $\theta$ . Assuming that the direction of the side lobes and the advancing direction of the ultrasound wave propagating in the acousto-optical element are in parallel and the converging angle is  $\xi$  when  $1/e^2$  of the laser beam diameter is formed in that direction, it is required that the conditions are set to satisfy  $0.3\theta < \xi < \theta$ .

[ Figure 1 ]



(Embodiment 1)

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

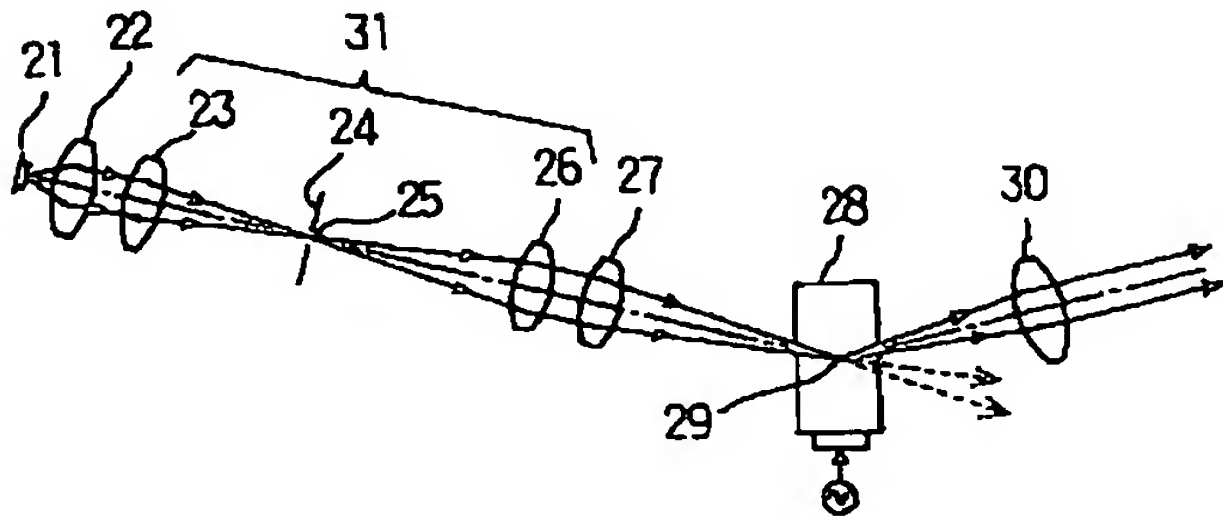
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

Figure 2  
図面選択 図2

Reference 4. No.09-073057.



(Embodiment 2)

21: Laser Light Source

24: Side-lobe Removing Means  
(Spatial Filter)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-73057

(43)公開日 平成9年(1997)3月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/11	5 0 5		G 0 2 F 1/11	5 0 5
B 4 1 J 2/44			H 0 1 S 3/18	
H 0 1 S 3/18			B 4 1 J 3/00	D

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-251867

(22)出願日 平成7年(1995)9月4日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 山崎 達也

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ャノン株式会社小杉事業所内

(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置

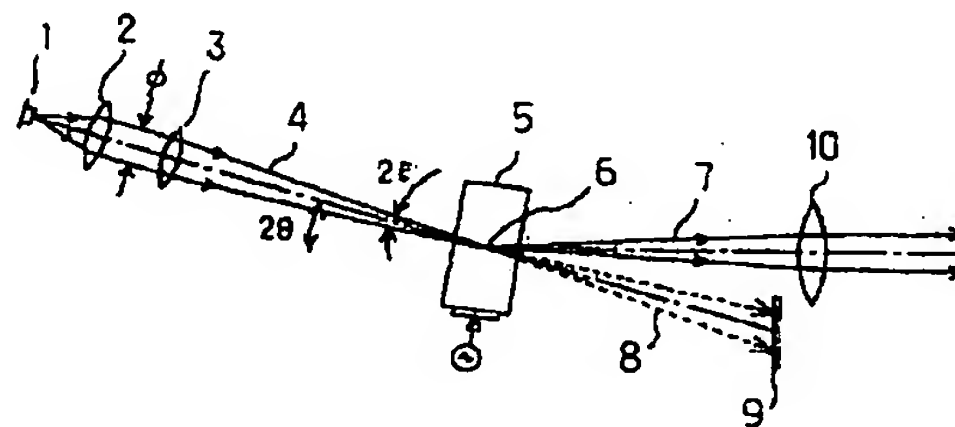
(57)【要約】

【課題】 結像面においてサイドローブの発生しない音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置を得ること。

【解決手段】 近視野像の少なくとも一方向にサイドローブを有するレーザ光源1と、該レーザ光源から発振したレーザビームをブラッグ角が $\theta$ である音響光学素子5上に結像させる結像手段3と、を具備した音響光学素子を用いたレーザ装置において、該サイドローブを有する方向と該音響光学素子内を伝搬する超音波の進行方向とを平行とし、かつ該方向におけるレーザビームの $1/e^2$  径が結像されるときに集光角を $\epsilon$ としたとき

$0.3\theta < \epsilon < \theta$

となる条件を満足するように各要素を設定したこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 近視野像の少なくとも一方向にサイドローブを有するレーザ光源と、該レーザ光源から発振したレーザビームをブラッグ角が $\theta$ である音響光学素子上に結像させる結像手段と、を具備した音響光学素子を用いたレーザ装置において、

該サイドローブを有する方向と該音響光学素子内を伝搬する超音波の進行方向とを平行とし、かつ該方向におけるレーザビームの $1/e^2$ 径が結像されるときに集光角を $\epsilon$ としたとき

$$0.3\theta < \epsilon < \theta$$

となる条件を満足するように各要素を設定したことを特徴とする音響光学素子を用いたレーザ装置。

【請求項2】 前記レーザ光源は遠視野像が楕円形の半導体レーザであり、該半導体レーザの近視野像におけるサイドローブが該楕円形の長軸方向に存在することを特徴とする請求項1の音響光学素子を用いたレーザ装置。

【請求項3】 請求項1、2のいずれか1項記載のレーザ装置を用いて画像記録を行なう際、

前記音響光学素子とレーザビームとの相互作用による該レーザビームの楕円効果を補正する楕円効果補正手段を有していることを特徴とするレーザ画像記録装置。

【請求項4】 近視野像の少なくとも一方向にサイドローブを有するレーザ光源と、該レーザ光源から発振したレーザビームを結像面に結像させる第1の結像手段と、該結像面に結像した該レーザビームを音響光学素子上に結像させる第2の結像手段と、を具備した音響光学素子を用いたレーザ装置において、

該レーザ光源と該音響光学素子との間の光路中に、該サイドローブを除去するサイドローブ除去手段を設けたことを特徴とする音響光学素子を用いたレーザ装置。

【請求項5】 前記サイドローブ除去手段は空間フィルタリング手段であることを特徴とする請求項4の音響光学素子を用いたレーザ装置。

【請求項6】 請求項4、5のいずれか1項記載のレーザ装置を用いて画像記録を行なうようにしたことを特徴とするレーザ画像記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置に関するものである。特に音響光学素子を用いてレーザ光源から発したレーザビーム（レーザ光）の強度を変調するレーザ装置、又はそれを用いたレーザ画像記録装置、例えばレーザビームプリンタ（LB P）やレーザプロッタ等に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来よりレーザ光源から発振するレーザビームを音響光学素子（以下「AOM」とも言う。）を用いて画像信号に応じて強度変調し、所望の画像を得

る、例えばレーザビームプリンタやレーザプロッタ等のレーザ画像記録装置が種々と提案されている。また具体的な光学系の構成が、例えば特公平1-15047号公報に開示されている。

【0003】 図4は従来のレーザビームプリンタの典型的なAOMを用いたレーザ画像記録装置の要部概略図である。同図において41は光源であるHe-Neレーザ、42はビーム整形光学系、43はAOM、44は集光レンズ、45はストッパ、51はピンホール、46は入射レーザビーム、47はAOM43で透過した0次回折ビーム（0次回折光）、48はAOM43で回折された1次回折ビーム（1次回折光）、49はトランスデューサ、50は高周波発振器である。

【0004】 同図においてHe-Neレーザ41から発振したレーザビーム46はビーム整形光学系42で所望のビーム径のレーザビームに変換され、AOM43に入射する。そしてAOM43を透過したレーザビーム、即ち0次回折ビーム47はストッパ45で阻止され、強度変調された1次回折ビーム48は集光レンズ44により小スポットに集光され、ストッパ45の一部に設けたピンホール51を通過して不図示の記録媒体上に画像を形成する。又このとき生じた不図示の高次の回折光も0次回折ビーム47と同様にストッパ45で阻止され、画像形成には寄与しない。

【0005】 ここで音響光学素子の原理である音響光学効果について説明する。

【0006】 一般にPbM<sub>2</sub>O<sub>6</sub>（モリブデン酸鉛）やTeO<sub>2</sub>（二酸化テルル）の単結晶などの音響光学媒体に圧電素子（圧電振動子）等のトランスデューサを接着し、このトランスデューサに高周波の電気信号を与えて超音波を発生させ媒体中に超音波を伝搬させると、該媒体中に屈折率の周期的変動が生じるために、該媒体中を通過するレーザビームは回折を起こす。これを音響光学効果と呼び、AOMでは該媒体中を伝搬する超音波を一定周波数で振幅変調することにより光の強度変調を行なう。

【0007】 一般に高い回折効率を得るためには音響光学媒体（AO媒体とも言う）に入射させるレーザビームの入射角は所定の角度である必要がある。また高い回折効率や変調度を得るために透過光である0次回折ビームをカットして1次回折ビームを信号光として使用するのが一般的である。

【0008】 0次回折ビームと1次回折ビームとの成す角度、即ち回折角 $2\theta$ は光波長 $\lambda$ と音響光学媒体の音速 $v$ 及び媒体中の超音波の搬送周波数 $f$ によって次のように示される。

## 【0008】

$$2\theta = \lambda f / v \quad \dots\dots\dots (1)$$

図5はPbM<sub>2</sub>O<sub>6</sub>をAO媒体に用いたAOMの回折寄与率（回折効率）の入射角依存性を表わす説明図であ



る。図5から明らかなように入射角 $\theta = 0.4^\circ$ で最大の回折寄与率を与える。この入射角度 $\theta$ をブラッグ角と呼ぶ。ブラッグ角 $\theta$ は(1)式に示したように光波長 $\lambda$ と音響光学媒体の音速 $v$ 及び媒体中の超音波の搬送周波数 $f$ の関数であるから、これらの変数を使用することでブラッグ角 $\theta$ を制御できる。最も効果的なものはAO媒体固有の変数である音速 $v$ を変化させることであり、例えば $\text{TeO}_2$ をAO媒体に用いたAOMでは $\theta = 0.83^\circ$ が実現されている。また図5から明らかなように入射角がブラッグ角 $\theta$ から外れると急速に回折寄与率は低下する。

【0010】AOMにおけるパルス応答時間 $t_r$ はAO媒体中のスポットサイズ $d$ 及び音速 $v$ を用いて以下のよう表わされる。

$$t_r = 0.65 d / v \quad \dots\dots\dots (2)$$

(2)式よりスポットサイズ $d$ が小さいほどパルス応答時間 $t_r$ は短くなり音速の変調が可能になることが分かる。

【0012】ところがスポットサイズ $d$ が小さくなると1次回折ビームの楕円率(=短軸径/長軸径)が小さくなり、かつ回折効率が低下するために1次回折ビームの利用が困難になる。これらの現象が発生する原因は次のように説明される。

【0013】図6はAO媒体におけるスポットサイズ $d$ と1次回折ビームの楕円率との関係を表わす説明図であり、図7はスポットサイズ $d$ と回折効率との関係を表わす説明図である。ここで図4においてレーザビームの $1/e'$ 径の外周部とレーザビームの光軸とがなす角度(立体角)を $\epsilon$ とするとスポットサイズ $d$ は以下のよう表わされる。

$$d = 0.64 \lambda / \sin \epsilon \quad \dots\dots\dots (3)$$

(3)式より小さいスポットサイズ $d$ を得るためには立体角 $\epsilon$ を大きくする必要があることが分かる。ところが図5より明らかなようにブラッグ角 $\theta$ から離れた角度で入射したレーザビームは急速に回折寄与率が低下してしまう。もし光軸とブラッグ角 $\theta$ を正確にアライメントしても光軸となす角が大きくなるレーザビームの周縁部では回折寄与率が低下してしまう。このためレーザビームはAO媒体内を伝搬する超音波の進行方向ではビーム周縁部の強度が低下する為にエネルギーが減少すると共に該進行方向に対しては実質的にビーム径が細くなる。

【0015】一方、超音波の進行方向と直交する方向ではレーザビームは何ら作用を受けないのでビーム形状は楕円になる。この結果、立体角 $\epsilon$ を大きくすると上記のように1次回折ビームの楕円率や回折効率が低下してしまうという問題点がある。

【0016】これらの現象を防ぐために一般にAOMは楕円率が0.8以上の条件で使用されるのが良い。この

条件は以下のように表わされる。

$$[0017] \quad \epsilon < 0.38 \theta \quad \dots\dots\dots (4)$$

更にはクライン・クック定数 $Q$ 及び上記の変数で定義されるビーム拡がり指数 $R$ を用いて以下のように表わされる。

$$[0018] \quad 1.5 < \pi f w / Q v = R \quad \dots\dots\dots (5)$$

以上述べたAOMの回折効率と楕円率と各変数の関係は、J.R.Boyd, E.H.Young, S.K.Yao, "Design Procedure for Wide Bandwidth Acousto-Optic Modulator," OPTICAL ENGINEERING, Vol.16, No.5 (1977) に述べられている。

【0019】またAOMを使用したビーム整形については、Mark D.McNeil and Ting-Chung Poon, "Gaussian-beam profile shaping by acousto-optic Bragg diffraction," APPLIED OPTICS Vol.33, No.20 (1994)に詳説されている。尚、図5、図6及び図7に示した説明図は松下電子部品株式会社セラミック事業部、"音響光学素子ユーザーズ・マニュアル"より引用した。

【0020】近年、レーザ画像記録装置の小型化や低価格化に伴ない光源をHe-Neレーザなどのガスレーザ(気体レーザ)から半導体レーザ(Laser diode; 以後「LD」とも言う。)に置き換えることが一般的に行なわれている。LDは駆動電流を変化させることで、その光出力を直接変調できる点でガスレーザにない特徴を持っている為、AOMなどの外部強度変調素子を使用しなくても良質な画像を記録することができる。またLDはウォームアップタイムが不要であり、記録時のみ点灯すれば良い為、連続点灯が必要なガスレーザより結果的に寿命が長いという特徴がある。

【0021】しかしながらAOMの強度変調のダイナミックレンジが通常1000:1程度であるのに対しLDの直接変調は通常100:1程度であるため、フィルム等の中間記録媒体に豊富な階調を有する高精細画像を記録するにはフィルムのガンマ(コントラスト)を上げるなどの処理が必要である。ところがフィルムのガンマを上げると光強度の微小な変動に対してもフィルム濃度が敏感に変化してしまうので、LDの制御に高度な技術が必要になってしまう。

【0022】そこで上記の問題点を解決する方法としてレーザ光源をLD、外部強度変調器としてAOMを組み合わせる構成も考えられる。この場合、レーザ画像記録装置のコストとスペースは上記に示した2例の中間となり、寿命はLD方式と同じ、また強度変調のダイナミックレンジは1000:1程度確保することができる。これにより中程度のコスト及びスペース、そして長寿命で高精細な画像を記録する画像記録装置を得ることができる。

$$[0023]$$

【発明が解決しようとする課題】しかしながらLDの種類によっては結像されるスポットにサイドローブが発生するために画質が低下するという問題点がある。

【0024】ここでサイドローブの生じたスポット形状を図8に実線81で示す。特に最近開発されてきた赤色半導体レーザはサイドローブが発生しやすいため、該赤色半導体レーザを使用し銀塩フィルムに多値画像を記録するレーザプリンタにおいては、このサイドローブが著しく画質を悪化させることがある。本出願人による実験では銀塩フィルムに記録する場合は、中心強度に対し強度0.7%以上のサイドローブは視認されることが明らかになっている。同様に感光ドラムを使用するレーザビームプリンタ(LBP)においても顕著なサイドローブは画質低下の要因となる。

【0025】前記参考文献においては主にガウシアン分布を呈するレーザビームとAOMの相互作用、特にガウシアン分布を平坦化する技術について説明しているが、結像面におけるサイドローブを除去することに対しては何ら言及されていない。

【0026】サイドローブが発生する原因の一つとして、コリメータレンズやその他の光学素子のアパーチャ(制限開口)がLDから発振する略ガウシアン分布のレーザビームを制限し回折現象を引き起こすことが挙げられる。回折現象とサイドローブの発生に関してはM.Born and E.Wolf, Principles of Optics, 2nd ed. (Macmillan, New York, 1964) に、特にガウシアン分布のレーザビームの回折現象と結像スポット形状に関してはA.S.Chai and H.J.Wertz, "The digital computation of the far-field radiation pattern of a truncated Gaussian aperture distribution," IEEE Trans. Antennas Propag. (1965)、R.G.Schell and G.Tyras, "Irradiance from an aperture with a truncated Gaussian field distribution," J. Opt. Soc. Am. 61 (1971)、早見良定「光機器の光学2」社団法人日本オプトメカトロニクス協会(1989)等に記載されている。

【0027】またサイドローブが発生する他の原因として、LDチップを保持するヒートシンクによってレーザビームが制限されることが挙げられる。この現象についてはM.Imai and T.P.Tanaka, "The effect of spatial filtering on non-linear distortions of laser diodes," Optical and Quantum Electronics 20 (Chapman and Hall Ltd. 1988) 等に記載されている。

【0028】更にサイドローブが発生する他の原因としてLDのマルチモード発振、特に基本モード(TEM<sub>00</sub>モード)以外の発振、及びレンズの収差等が挙げられる。

【0029】これらの原因で発生したサイドローブを除去し、図8に点線82で示した略ガウシアン分布の良好なるスポット形状を最終結像面上で得る方法としては、空間フィルタ処理が挙げられる。

【0030】この空間フィルタ処理は大別すると2種類あり、一つは瞳面にソフトアパーチャと呼ばれる透過率が半径方向に漸減するフィルタを設けるアポディゼーションと呼ばれる方法であり、もう一つは最終結像面と共役な他の結像位置にピンホールを設けてピンホールを通過する低次の回折光だけを選択する空間フィルタリングと呼ばれる方法である。空間フィルタリングを行うピンホールを単に空間フィルタと呼ぶことがある。

【0031】図9はソフトアパーチャについての説明図であり、図10は空間フィルタリングを実施する光学系の要部概略図である。図9においては透過率が半径方向に漸減するフィルタをレンズの瞳面に設けることにより空間フィルタ処理を行ない、良好なるスポットを結像面上で得ている。又図10においてはレンズ101とレンズ103とを有するビームエキスパンダ107を用いて空間フィルタリングを行ない、ピンホール108を通過する低次の回折光だけを選択している。

【0032】この空間フィルタリングは「光学技術ハンドブック増補版」p211-212(朝倉書店, 1975)に述べられているようにマルチモードレーザのモード選択にも有効である。

【0033】本発明の第1の目的は音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置において、該音響光学素子自身をソフトアパーチャとして用いることにより、結像面においてサイドローブを生じさせないことにある。

【0034】本発明の第2の目的は音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置において、該音響光学素子より上流側にサイドローブを除去するサイドローブ除去手段を設けることにより、ダイナミックレンジを増大させると共に結像面においてサイドローブを生じさせないことにある。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明の音響光学素子を用いたレーザ装置は

(1-1) 近視野像の少なくとも一方向にサイドローブを有するレーザ光源と、該レーザ光源から発振したレーザビームをブラッグ角が $\theta$ である音響光学素子上に結像させる結像手段と、を具備した音響光学素子を用いたレーザ装置において、該サイドローブを有する方向と該音響光学素子内を伝搬する超音波の進行方向とを平行とし、かつ該方向におけるレーザビームの $1/e^2$ 径が結像されるとき集光角を $\epsilon$ としたとき

$0.3\theta < \epsilon < \theta$

となる条件を満足するように各要素を設定したことを特徴としている。

【0036】特に(1-1-1)前記レーザ光源は遠視野像が楕円形の半導体レーザであり、該半導体レーザの近視野像におけるサイドローブが該楕円形の長軸方向に存在することを特徴としている。

【0037】本発明のレーザ画像記録装置は  
(2-1) 上記(1-1), (1-1-1)のいずれか  
1項記載のレーザ装置を用いて画像記録を行なう際、前  
記音響光学素子とレーザビームとの相互作用による該レ  
ーザビームの楕円効果を補正する楕円効果補正手段を有  
していることを特徴としている。

【0038】本発明の音響光学素子を用いたレーザ装置  
は

(3-1) 近視野像の少なくとも一方向にサイドローブ  
を有するレーザ光源と、該レーザ光源から発振したレー  
ザビームを結像面に結像させる第1の結像手段と、該結  
像面に結像した該レーザビームを音響光学素子上に結像  
させる第2の結像手段と、を具備した音響光学素子を用  
いたレーザ装置において、該レーザ光源と該音響光学素  
子との間の光路中に、該サイドローブを除去するサイド  
ローブ除去手段を設けたことを特徴としている。

【0039】特に(3-1-1) 前記サイドローブ除去  
手段は空間フィルタリング手段であることを特徴として  
いる。

【0040】本発明のレーザ画像記録装置は  
(4-1) 上記(3-1), (3-1-1)のいずれか  
1項記載のレーザ装置を用いて画像記録を行なうよう  
にしたことを特徴としている。

【0041】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施形態1の要部  
概略図である。同図において1はレーザ光源であり、遠  
視野像が楕円形状の発散レーザビーム(波長 $\lambda=635$   
nm)を発振する赤色半導体レーザ(LD)より成って  
おり、該楕円の長軸と紙面とが平行になるように設けて  
いる。本実施形態のLD1は近視野像の少なくとも一方向  
にサイドローブを有し、そのサイドローブは楕円形の  
長軸方向に存在している。

【0042】2はコリメターレンズであり、LD1から  
発振したレーザビーム(レーザ光)を平行光に変換して  
いる。3は結像手段としての集光レンズであり、コリメ  
ターレンズ2を通過した平行光を後述する音響光学素子  
(AOM)5上に結像(集光)させている。4は入射レ  
ーザビーム、5はブラッグ角が $\theta$ であるAOMであり、  
集光レンズ3の結像面(焦点)6に配されている。6は  
集光レンズ3の焦点(結像点)、7はAOM5で回折さ  
れた1次回折レーザビーム(1次回折光)、8はAOM\*

$$\sin \xi = \phi / (2 \times f_3) = 0.0034 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\xi = 0.19 (^{\circ}) = 0.49 \theta \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$d = 0.64 \lambda / \sin \xi = 120 (\mu m) \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここで(9)式及び図5の説明図からレーザビームの  
 $1/e^2$  径 $\phi$ における回折寄与率(回折効率)は約30%  
まで低下していることが分かる。当然光軸となす角の大  
きくなる $1/e^2$  径よりも外側のレーザビームの回折寄  
与率は更に低下することになる。この状態は光軸となす  
角が大きくなる方向に透過率が減少する特性を有するフ

\* 5で透過した0次回折レーザビーム(0次回折光)、9  
はストッパ、10は集光レンズである。

【0043】本実施形態においてLD1から発振したレ  
ーザビーム4はコリメターレンズ2で略平行光に変換さ  
れ、集光レンズ3により結像面6に結像(集光)され  
る。結像面6にはAOM5が設けられており、該AOM  
5に与えられる超音波によって入射レーザビームを0次  
回折レーザビーム8と1次回折レーザビーム7とに分離  
する。ここで高い回折効率を得る為に0次回折レーザビ  
ーム8をストッパ9で阻止し、1次回折レーザビーム7  
だけを描画等に使用する。

【0044】本実施形態では前述の如くLD1に赤色半  
導体レーザを用いており、この為、結像面6において紙  
面に平行な方向では図8の実線81に示すような約2%  
程度のサイドローブが現われる。一方、紙面に垂直な方  
向では図8の点線82に示すような略ガウシアン分布で  
あり、特にビーム整形は不要である。以後の説明では特  
に断らない場合は紙面に平行な方向に限定する。

【0045】本実施形態においては、サイドローブが発  
生する方向とAOM5内を伝搬する超音波の進行方向と  
を平行とし、かつ該方向におけるレーザビームの $1/e^2$   
径が結像されときの集光角を $\xi$ としたとき

$$0.3\theta < \xi < \theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる条件を満足するように各要素を設定している。更  
には前述したビーム拡がり指数Rを

$$R < 2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる条件を満足するように各要素を設定している。こ  
れら各条件式(6)、(7)を満足させることにより後  
述するように結像面におけるサイドローブを除去し、A  
OM5より下流側のレーザビームの遠視野像及び近視野  
像が略ガウシアン分布となるようにしている。

【0046】ここで遠視野像とは結像面近傍の光強度分  
布を近視野像と呼ぶのに対し結像面から十分離れた位置  
の光強度分布を指す。

【0047】本実施形態において集光レンズ3の焦点距  
離 $f_3$ は100mm、集光レンズ3の瞳面におけるレー  
ザビームの $1/e^2$  径 $\phi$ は0.68mmである。従って  
図1において $1/e^2$  径 $\phi$ が入射レーザビームの光軸に  
対してなす角度(立体角) $\theta$ と結像面6におけるスポッ  
トサイズdは、以下のように表わされる。

【0048】

$$\sin \xi = \phi / (2 \times f_3) = 0.0034 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\xi = 0.19 (^{\circ}) = 0.49 \theta \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$d = 0.64 \lambda / \sin \xi = 120 (\mu m) \quad \dots\dots\dots (10)$$

ィルタを設けたことと等価である。

【0049】即ち、集光レンズ3の瞳面にソフトアパー  
チャと呼ばれる透過率が半径方向に漸減するフィルタを  
設けるアポディゼーションと呼ばれる方法と等価とな  
る。これにより1次回折ビーム7を集光しても結像面6  
にサイドローブが現われることはない。従って、高精細



な画像を描画するレーザ画像記録装置に好適なレーザ装置を提供することができる。

【0050】この効果は(9)式に示したように(4)式または(5)式の条件を放棄することで初めて得られたものである。本出願人による実験では図1に示す配置において、例えば2%のサイドローブを有するレーザビームに対して $\epsilon < 0.3\theta$ の条件を満足する範囲ではサイドローブを除去することができなかった。

【0051】しかしながら前記(6)式、更には(7)式に示した条件においては前記2%のサイドローブが減少することが観測された。即ち(6)式、更には少なくとも(7)式の条件を満足させることによって高精細な画像を記録するレーザ画像記録装置を得ることができる。

【0052】特に本実施形態では $0.38\theta < \epsilon < \theta$ 、更には $R < 1.5$ の範囲ではサイドローブが0.5%以下になった。

【0053】ところで上述したように $0.38\theta < \epsilon < \theta$ の範囲では1次回折ビーム7は楕円率0.9以下の楕円形になる。このため結像面において所望のビーム形状が必要な応用分野においては、この楕円効果を補正する手段が必要になる。

【0054】しかしながら一般にLDから発振するレーザビーム自身が楕円形であるため、該LDを使用するレーザ装置では、該楕円形を補正する手段が既に搭載されていることが多い。例えばレーザ画像記録装置においては一般にポリゴン面の面倒れを補正するためにアナモルフィック光学系が搭載されている。

【0055】そこで本実施形態ではこのアナモルフィック光学系をAOMとレーザビームとの相互作用による該レーザビームの楕円効果を補正する楕円効果補正手段として用い、例えば該アナモルフィック光学系の倍率を変更することで、前記AOMの楕円効果を容易に補正している。

【0056】本実施形態においては前述の如くサイドローブの発生する方向とAOM5の超音波伝搬方向を平行に設けているが、逆に前記2方向を直交するよう配置した場合は上記の効果を得ることはできない。その理由は既に述べたようにレーザビームとAOM5は超音波伝搬方向と直交する方向には何ら相互作用を及ぼさないからである。

【0057】図2は本発明の実施形態2の要部概略図である。同図において21はLDであり、楕円形の発散レーザビームを発振しており、該楕円の長軸と紙面が平行になるように設けている。22はコリメターレンズ、31はビームエキスパンダであり、第1の結像手段としての正の第1レンズ23と正の第2レンズ26とより成っている。24はサイドローブ除去手段としての空間フィルタ(空間フィルタリング手段)であり、紙面に垂直な方向に伸びる開口を有するスリットより成っており、サ

イドローブを除去している。25は第1レンズ23の焦点(結像面)、27は第2の結像手段としての集光レンズ、28はAOM、29は集光レンズ27の焦点(結像面)、30は集光レンズである。

【0058】本実施形態においてLD21より発振されたレーザビームはコリメターレンズ22で略平行光に変換され、第1レンズ23によって結像面25に微小なスポットとして結像する。結像面25におけるスポット形状は紙面に平行な方向では図8の実線81に示すようなサイドローブを有し、又紙面に垂直な方向では図8の点線82で示すような略ガウシアン分布を有する。空間フィルタ24は上述の如く紙面に垂直な方向に伸びる開口を有するスリットより成っており、該スリットの開口はスポットの中心部分のみを通過させ、サイドローブ部分を遮光するようアライメントされている。このために空間フィルタ24を通過したレーザビームを集光レンズ27でAOM28上に再度結像させると、サイドローブの生じない図8の点線82に示すような略ガウシアン分布のスポット形状を得ることができる。

【0059】この結果、結像面(AOM面)29に生じた微小なスポットは略ガウシアン分布となり、更にAOM28を通過した1次回折ビームを光学系により再度結像させても略ガウシアン分布を得ることができる。これにより高精細な画像を記録するレーザ画像記録装置に好適なレーザ装置を提供することができる。

【0060】本実施形態の目的は前述した実施形態1と同様に結像面においてサイドローブの生じないレーザ装置を提供することにあるが、更なる目的は変調のダイナミックレンジを増大させることにある。

【0061】即ち、本出願人による実験では実施形態1を実施したレーザ装置において変調のダイナミックレンジが所望の値1000:1程度であるのに対し、変調の最小出力時の光量が増加した為に1/3程度に減少する結果になっていた。この理由はAOMのソフトアパーチャ効果によって制限されたレーザビームの一部が迷光となって1次回折ビームの方向に導かれたためである。ダイナミックレンジを1000:1程度確保するためには図4に示したピンホール51の開口径を小さくすることが有効であるが、その反面ピンホール51と1次回折ビーム48とのアライメントが困難になるという問題点が発生する。

【0062】そこで本実施形態においては、上述の如く少なくとも超音波の伝搬する方向に対し平行な方向のサイドローブを除去する除去手段24を音響光学素子28より上流側に設けることにより、大きなダイナミックレンジを確保すると共にピンホールと1次回折ビームのアライメントは従来と同様の容易さでありながら、かつ結像面にサイドローブを生じさせないレーザ装置を得ることができる。本出願人による実験では実施形態2のレーザ装置においてダイナミックレンジは2000:1以上



を実現している。

【0063】なお本実施形態においてはサイドローブを除去する除去手段としてスリット状の開口を有する空間フィルタを使用しているが、これに限定されることはなく、例えば開口はピンホール状であっても良い。又空間フィルタ以外のサイドローブ除去手段、例えばアポディゼーションを使用した手段であっても良い。懸かるサイドローブ除去手段がAOMより上流側にあれば本発明の効果を得ることができる。

【0064】また前述の実施形態1と本実施形態に共通して得られるその他の効果として遠視野像の整形が挙げられる。遠視野像とは前述した如く結像面近傍の光強度分布を近視野像と呼ぶのに対し結像面から十分離れた位置の光強度分布を指す。

【0065】また近視野像と遠視野像は互いにフーリエ変換することでも得られる。例えば図1においてコリメーターレンズのオーバーチャによって回折が生じた場合には遠視野像、例えばレンズの瞳面上の光強度分布は図3に示すようにガウシアン分布に高周波パターンが重畳した形状になる。ところがレンズ10の瞳面における遠視野像は高周波パターンが消失して図8の点線82に示したようなガウシアン分布となる。この理由は近視野像を遠視野像のフーリエ変換像と考えたときにサイドローブは遠視野像の高周波成分とみなせるので、近視野像においてサイドローブを除去することは遠視野像において前記高周波成分を除去することと等価になるからである。

【0066】なお実施形態2の図2においてはレンズ26の瞳面上の遠視野像はすでに略ガウシアン分布に整形されている。従って本発明のレーザ装置は結像面、即ち近視野像にサイドローブを生じさせず、かつ遠視野像にも良好なるガウシアン分布のレーザビームを供給することができる。懸かるレーザ装置は遠視野像を広い範囲を照明する照明光として使用する装置にも有効である。

【0067】

【発明の効果】本発明によれば前述の如く結像面にサイドローブの発生するレーザビームを発振するレーザ光源とブラッグ角が $\theta$ である音響光学素子とを有するレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置において、サイドローブの発生する方向において $0.3\theta < \epsilon < \theta$ なる条件を満足するように各要素を設定することにより、長寿命で高変調ダイナミックレンジを有し、かつ結像面においてサイドローブの発生しない音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置を達成することができる。

【0068】また本発明によれば前述の如く結像面にサイドローブの発生するレーザビームを発振するレーザ光源と音響光学素子とを有するレーザ装置及びそれを用い

たレーザ画像記録装置において、少なくとも超音波の伝搬する方向に対し平行な方向のサイドローブを除去する除去手段を該音響光学素子より上流側に設けることにより、長寿命で、特に高変調ダイナミックレンジを有し、かつ結像面においてサイドローブの発生しない音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置を達成することができる。

【0069】更に本発明によれば前述の如く遠視野像に高周波パターンが発生するレーザ光源と音響光学素子とを有するレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置において、近視野像においてサイドローブを除去することにより、遠視野像が略ガウシアン分布のレーザビームを供給できる音響光学素子を用いたレーザ装置及びそれを用いたレーザ画像記録装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 本発明の実施形態2の要部概略図

【図3】 回折が生じたガウシアンビームの遠視野像を説明する説明図

【図4】 従来のAOMを用いたレーザ装置の要部概略図

【図5】 入射角と回折寄与率との関係を示す説明図

【図6】 スポットサイズと1次回折光槽円率との関係を示す説明図

【図7】 スポットサイズと回折効率との関係を示す説明図

【図8】 結像面におけるスポット形状を示す説明図

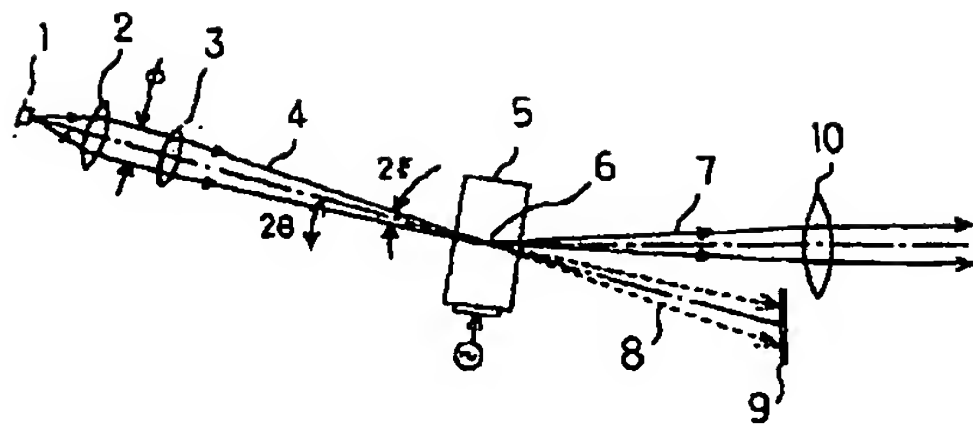
【図9】 ソフトオーバーチャを説明する説明図

【図10】 従来の空間フィルタリングを実施した光学系の要部概略図

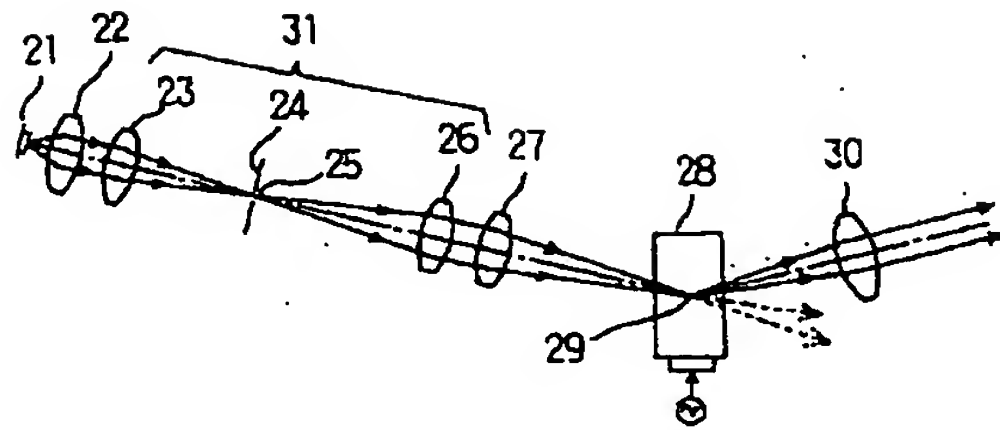
【符号の説明】

- 1, 21 レーザ光源
- 2, 22 コリメーターレンズ
- 3 結像手段
- 4 入射レーザビーム
- 5, 28 音響光学素子 (AOM)
- 6 結像点
- 7 1次回折ビーム
- 8 0次回折ビーム
- 9 ストップ
- 10, 30 集光レンズ
- 23 第1レンズ
- 24 サイドローブ除去手段
- 26 第2レンズ
- 27 集光レンズ
- 31 ビームエキスパンダ

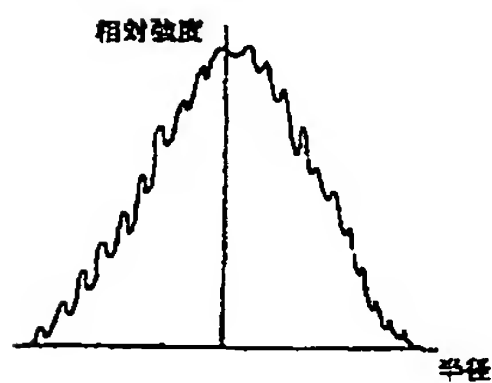
【図1】



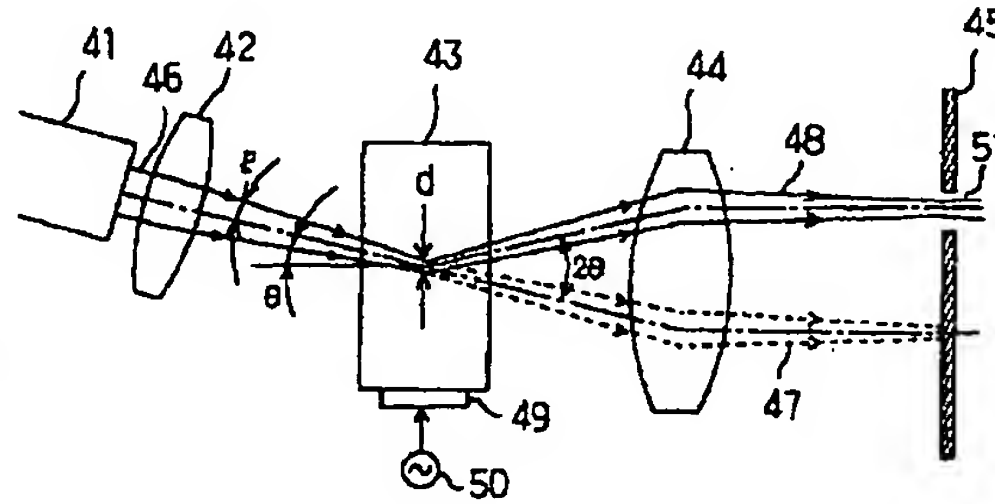
【図2】



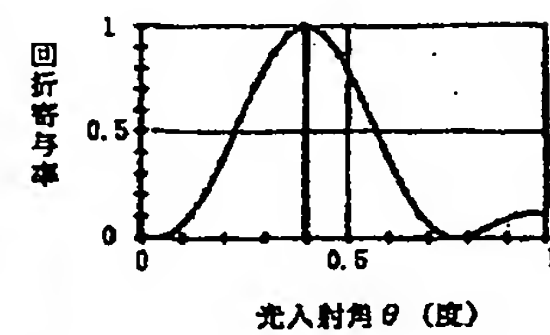
【図3】



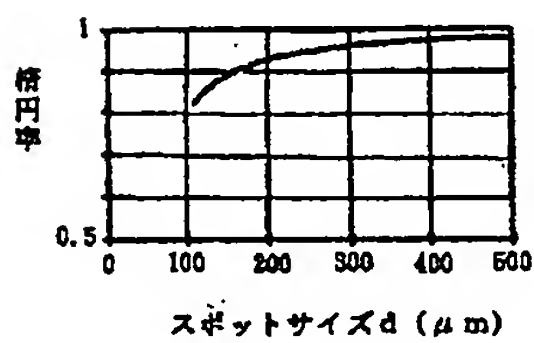
【図4】



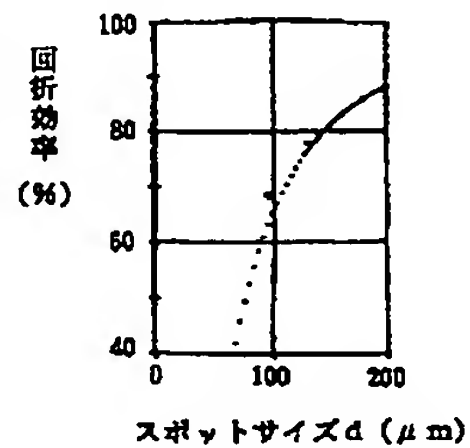
【図5】



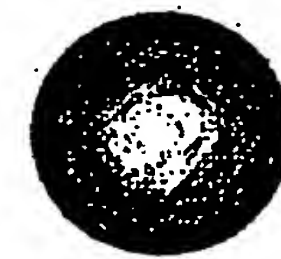
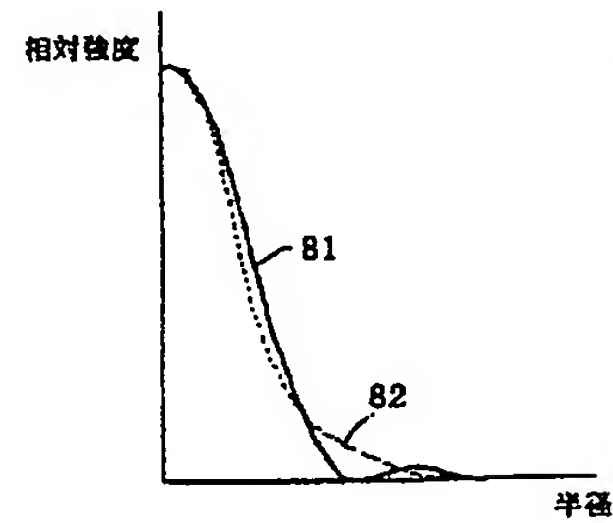
【図6】



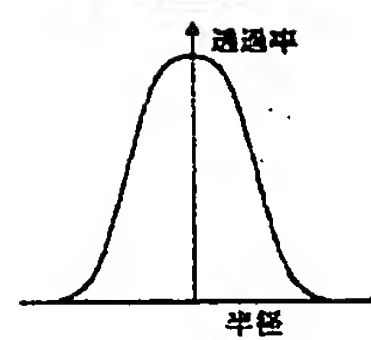
【図7】



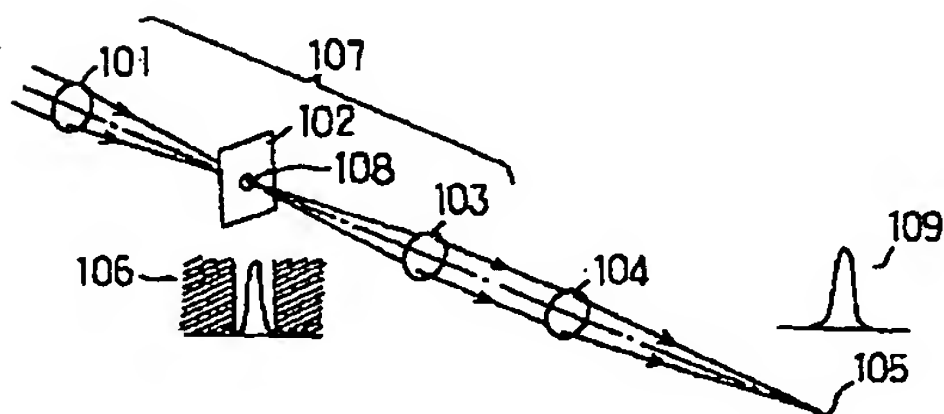
【図8】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**